

高级技工学校教材

机构与 机械零件

劳动和社会保障部中国就业培训技术指导中心 组织编写
全国职业培训教学工作指导委员会机电专业委员会

中央广播电视大学出版社



TH13

71

高级技工学校教材

机构与机械零件

劳动和社会保障部中国就业培训技术指导中心
全国职业培训教学工作指导委员会机电专业委员会 组织编写

中央广播电视大学出版社

图书在版编目(CIP)数据

机构与机械零件/劳动和社会保障部中国就业培训技术指导中心,全国职业培训教学工作
指导委员会机电专业委员会组织编写. —北京:中央广播电视大学出版社,2005.9

高级技工学校教材

ISBN 7-304-03169-7

I. 机… II. ①劳… ②全… III. ①机构学—技工学校—教材 ②机械元件—机械设计—
技工学校—教材 IV. ①TH112 ②TH13

中国版本图书馆CIP数据核字(2005)第016515号

版权所有,翻印必究。

机构与机械零件

劳动和社会保障部中国就业培训技术指导中心
全国职业培训教学工作指导委员会机电专业委员会 组织编写

出版·发行:中央广播电视大学出版社

电话:发行部:010-68519502 62529338 总编室:010-68182524

网址:<http://www.crtvup.com.cn>

地址:北京市海淀区西四环中路45号

邮编:100039

经销:新华书店北京发行所

策划编辑:苏 醒

封面设计:王 容

责任编辑:尹立宏

版式设计:张 彦

责任印制:赵联生

责任校对:冯 欢

印刷:北京宏伟双华印刷有限公司

印数:0001—3000册

版本:2005年9月第1版 2005年9月第1次印刷

开本:787×1092 1/16

印张:21.75

字数:490千字

书号:ISBN 7-304-03169-7/TH·69

定价:38.00元

(如有缺页或倒装,本社负责退换)

高级技工学校教材

机电类专业编审工作委员会

主任：陈 宇 郝广发

副主任：孙长庆 张永麟 杨黎明

委员：(按姓氏笔画排序)

于 平 王 军 王兆山 王洪琳 王晓君

付志达 付元胜 冯振君 刘大力 刘亚琴

许炳鑫 孙国庆 李 涛 李长江 李木杰

李鸿仁 李超群 杨耀双 杨君伟 杨柳青

何阳春 张 斌 张仲民 张跃英 陈 蕾

林 青 林爱平 周学奎 单渭水 郝晶卉

赵杰士 贾恒旦 董桂桥 甄国令

《机构与机械零件》编写人员

主 编：祖英纯 单渭水 孙建军

副主编：佟华德 张伟华

主 审：葛 兰

编 者：祖英纯 孙建军 佟华德 张伟华 张立萍

张少云 杨 红 刘晓丽 邹炳强

序

为实施人才强国战略，加快高技能人才培养，劳动和社会保障部组织实施了国家高技能人才培养工程。为配合这项工程实施，我部委托中国就业培训技术指导中心、全国职业培训教学工作指导委员会机电专业委员会，组织专家编写了高级技工学校机床切削加工、机械设备维修、模具制造与维修、数控机床加工、电气维修 5 个专业的配套教材。

高级技工学校是我国培养高技能人才的重要基地。这次编写的 5 个专业的配套教材，是高级技工学校多年教学实践经验的积累和总结。教材依据《国家职业标准》和《高级技工学校专业教学计划》，瞄准经济发展对技能人才的要求，以职业技能为核心，注重教学内容的科学性、先进性和规范性，突出实践创新能力的培养。本套教材在编写中，特别注意了中、高级技能人才培养的衔接，教材的适用范围为具备中级职业资格水平的读者对象。本套教材同时可作为相关职业（工种）高级工、技师等企业职工培训教材，也可作为相关专业高职院校的课程教材，并且还可作为相关专业技术人员作为参考。

本套教材的编写得到了学校、企业等有关方面的大力支持，30 多所高级技工学校和企业的专家参加了教材的编审工作，付出了辛勤的劳动，在此向所有参与教材编审工作的同志和给予大力支持的学校、企业表示感谢。

劳动和社会保障部培训就业司

前 言

本书是根据劳动和社会保障部颁布的《高级技工学校专业目标教学计划》和《国家职业标准》相关工种高级工内容要求编写的。

本书具有如下特点:

(1) 本书的内容包括机械原理和机械零件两部分内容, 主体为机械零件, 机械原理内容的多少由机械零件需要而定, 贯彻了少而精的原则, 使教材更符合实际的需求。

(2) 本书为高级技校及职业技术学院用书, 培养目标为技术应用型人才, 所以本教材的基本理论要加强, 删减了理论性较强的内容及复杂的计算, 而突出了实用性较强的内容及一般的计算。

(3) 本书采用了国际单位制, 采用了最近国家颁布的新标准。

(4) 习题的内容着重于对概念、基本理论问题的理解, 高难度的计算题不多, 加强了基础应用理论知识及解决实际问题的训练。

本书由祖英纯、单渭水、孙建军负责主编工作。佟华德、张伟华担任副主编, 葛兰负责主审。

参加本书编写分工如下: 潍坊柴油机厂技工学校(职业学院)祖英纯编写绪论、第十一章; 孙建军编写第十二章; 佟华德编写第五章; 张伟华编写第六章第一节至第四节、第七章、第八章、第十章; 张立萍编写第九章; 张少云编写第十三章。哈尔滨电机厂技工学校杨红编写第一、二章; 刘晓丽编写第三章、第四章。山东省信息职业技术学院邹炳强编写第六章的第五节。

李爱玲对本书图稿的整理做了大量的工作, 在此表示衷心的感谢。

由于编者水平有限, 缺点错误难免, 请广大读者批评指正。

编 者

目 录

绪 论.....	1
第一章 平面机构结构分析.....	6
第一节 机构的组成.....	6
第二节 平面机构的运动简图.....	9
第三节 平面机构的自由度.....	12
第二章 平面连杆机构.....	17
第一节 平面连杆机构的特点.....	17
第二节 平面机构的运动分析.....	17
第三节 平面机构的受力分析.....	21
第四节 平面连杆机构的基本形式.....	27
第五节 平面四杆机构的基本特性.....	33
第六节 平面四杆机构的基本设计.....	36
第三章 凸轮机构.....	43
第一节 常用凸轮机构的从动件运动规律.....	43
第二节 盘形凸轮轮廓的设计方法.....	51
第三节 凸轮机构基本尺寸的确定.....	55
第四章 间歇运动机构.....	58
第一节 棘轮机构.....	58
第二节 槽轮机构.....	62

第三节 不完全齿轮机构和凸轮式间歇运动机构	64
第五章 螺纹连接与螺旋传动	67
第一节 螺纹及螺纹连接	67
第二节 螺纹连接的预紧与防松	73
第三节 单个螺栓连接的强度计算	76
第四节 螺栓组连接的结构设计和受力分析	82
第五节 螺栓连接件的材料和许用应力	88
第六节 提高螺栓强度的措施	92
第七节 螺旋传动	94
第八节 滚动螺旋传动简介	96
第六章 键、花键及销钉连接	102
第一节 键连接的类型和特点	102
第二节 平键连接的尺寸选择与强度验算	106
第三节 花键连接	111
第四节 销连接	113
第五节 过盈配合连接	115
第七章 带传动	120
第一节 带传动的类型、特点及形式	120
第二节 V 带和带轮的结构	123
第三节 带传动的工作能力分析	130
第四节 V 带传动的设计	134
第五节 同步带传动	148
第六节 带传动的张紧、安装与维护	161

第八章 链传动	165
第一节 链传动的特点及类型.....	165
第二节 滚子的结构及标准.....	166
第三节 链传动的运动特性.....	168
第四节 滚子链传动的设计计算.....	169
第五节 链传动的布置、张紧及润滑.....	176
第九章 齿轮传动	180
第一节 齿轮的传动特点与分类.....	180
第二节 渐开线齿轮及传动比.....	181
第三节 渐开线标准直齿圆柱齿轮主要 参数及几何尺寸计算.....	186
第四节 渐开线直齿圆柱齿轮的啮合传动.....	189
第五节 渐开线齿轮的加工方法.....	194
第六节 渐开线齿廓的根切现象与标准 外齿轮的最少齿数.....	196
第七节 变位齿轮传动.....	197
第八节 齿轮常见的失效形式与设计准则.....	201
第九节 齿轮的常用材料及许用应力.....	203
第十节 渐开线标准直齿圆柱齿轮传动强度计算.....	208
第十一节 斜齿圆柱齿轮传动.....	214
第十二节 直齿圆锥齿轮传动.....	219
第十三节 齿轮结构设计及齿轮传动的润滑和效率.....	223
第十四节 标准齿轮传动的设计计算步骤.....	227
第十五节 蜗杆传动*.....	231
第十章 轮 系	241
第一节 轮系分类.....	241

第二节 定轴轮系.....	242
第三节 周转轮系.....	251
第四节 混合轮系.....	256
第五节 轮系的应用.....	258
第十一章 轴	262
第一节 轴的结构设计.....	262
第二节 轴的强度计算.....	267
第三节 轴的材料.....	270
第四节 联轴器与离合器.....	271
第五节 弹 簧.....	278
第十二章 轴 承	282
第一节 滚动轴承.....	282
第二节 滚动轴承的工作情况分析 & 计算.....	292
第三节 滚动轴承的组合设计.....	303
第四节 滑动轴承.....	312
第十三章 机械零件设计的一般原则及典型零件设计	324
第一节 概 述.....	324
第二节 机械设计步骤.....	325
第三节 机械零件的失效形式及设计计算准则.....	326
第四节 机械零件的设计标准化.....	327
第五节 轴的设计.....	328
参考文献	333

绪 论

一、机械的组成

一般来说,机械和机器的区别不大,只是前者包括的范围更广些。

由于各种机械的用途和工艺要求不同,它们的工作原理、结构和外形也各不相同,每一种机械都有其共性和特殊性。从组成上看它们都包括3个部分。

1. 工作部分

它是直接实现工艺动作的部分。如图1所示,在颞式破碎机中它是指动颞和定颞;又如图2所示,在旋回破碎机中是指动锥和定锥。

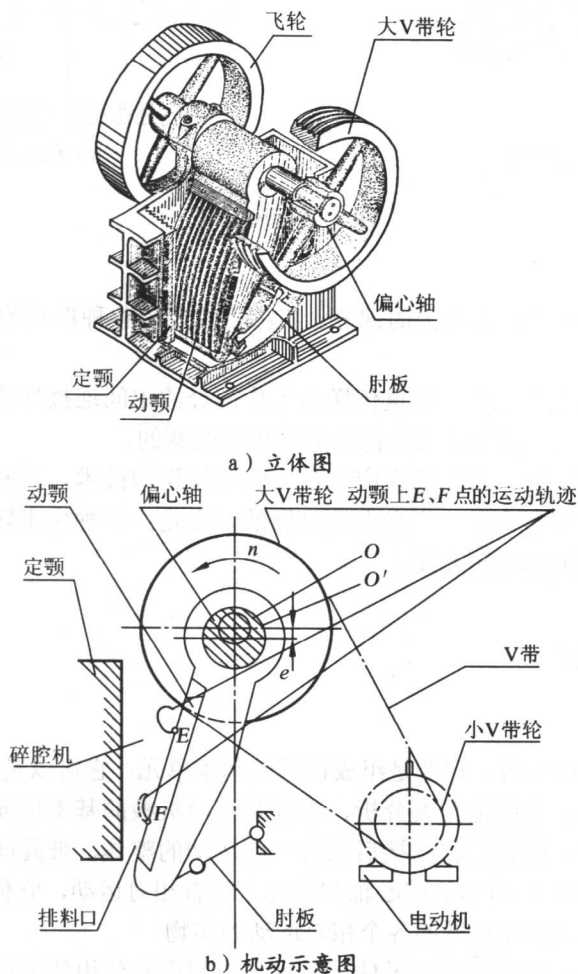


图1 颞式破碎机

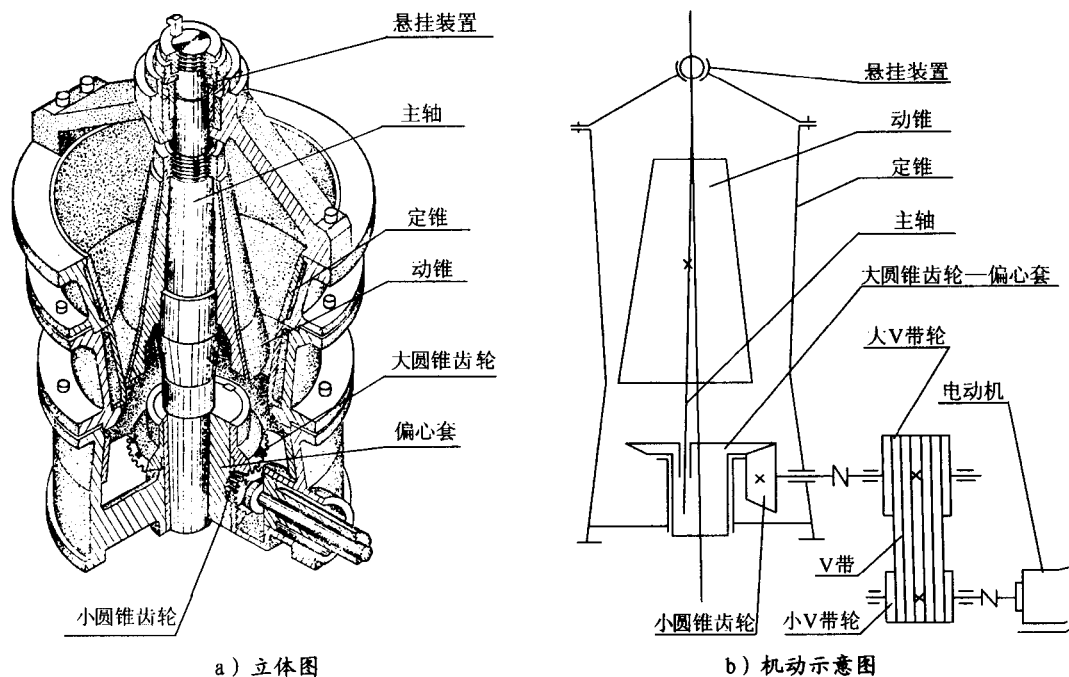


图2 旋回破碎机

2. 原动机

它是驱动机械运转并供给动力的部分。机械中主要用各种形式的电动机作为原动机。

3. 传动装置

它是将原动机输出的运动和能量传送给工作部分的中间连接环节。它可以改变运动速度，也可转化运动形式。这是随工作部分的要求而改变的。

随着科学技术的发展，人们综合应用各方面的知识和技术，不断创造出各种新型的机器，因此机器也有了新的含义，广义上的机器的定义是：一种用来转换或传递能量、物料和信息的、能执行机械运动的装置。

二、基本概念

1. 构件

从运动角度分析机械时，构件是组成机械的基本单元，它可以是几个零件组合而成的，也可以只有一个零件。从制造角度分析，零件是组成机械的基本单元，如带轮、飞轮、键及轴等各是一个零件，但它们相连接后成为一起运动的整体，彼此间没有相对运动，因而形成一个构件；又如图1所示的偏心轴和轴瓦之间有相对运动，它们也各形成一个构件。因此，构件可以定义为组成机械的各个相对运动的实物。

零件可分为两类：一类为通用零件，在机器中都通常使用的零件如螺栓、螺母等；另一类是专用零件，只在特定类型机器中使用的零件，如活塞、曲轴等。

2. 机构

若干个构件用运动副连接起来, 固定其中一个构件, 给另一个构件 (或几个零件) 以确定的运动, 其余构件也都做确定的运动, 这样的构件组合体称之为机构。如齿轮传动机构、带传动机构及连杆机构等。如图 1 颚式破碎机中的 V 带传动机械由连杆等工作机构组成。当电动机轴以一定的转速旋转时, 偏心轴、动颚和肘板等构件, 各做确定的运动。

3. 摩擦与磨损

各零件相对运动的接触部分都存在着摩擦, 这是机器运动中不可避免的物理现象。摩擦既消耗能量又产生磨损。根据有关统计, 世界上 $\frac{1}{3} \sim \frac{1}{2}$ 的能源消耗在摩擦上。各种机械零件因为磨损失效占全部失效零件的一半以上。磨损是摩擦的结果。润滑是减少摩擦和磨损的有力措施。

在外力作用下, 一物体相对另一物体产生运动或有运动趋势时, 两物体接触面间产生的阻碍物体运动的切向阻力称为摩擦力。这种在两物体接触面产生阻碍运动并消耗能量的现象称为摩擦。根据表面润滑状态的不同, 摩擦又分为干摩擦、液体摩擦、边界摩擦、综合摩擦等 4 种。

(1) 干摩擦。干摩擦就是两物体滑动表面无任何润滑剂或保护膜, 两物体直接接触的摩擦。

(2) 液体摩擦。液体摩擦就是摩擦表面不直接接触, 被油膜 (油膜厚度在 $1.5\mu\text{m} \sim 2\mu\text{m}$ 以上) 隔开的摩擦。

(3) 边界摩擦。边界摩擦就是摩擦表面吸附在表面上边界膜 (油膜厚度小于 1mm) 隔开, 使处于干摩擦与液体摩擦之间状态。

(4) 综合摩擦。综合摩擦就是摩擦副处于干摩擦和液体摩擦的边界摩擦的混合状态。

所谓磨损就是运动副之间的摩擦将导致零件表面材料的逐渐损失的现象。

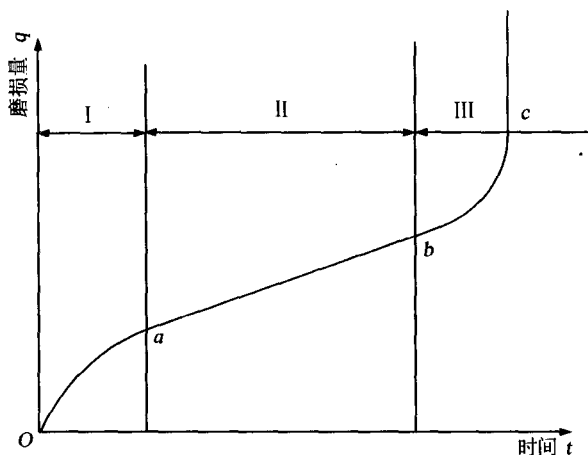
在机械的正常磨损中大致分为以下 3 个阶段:

(1) 跑合 (磨合) 磨损阶段, 这个阶段磨损速度由快变慢, 减慢到一定程度, 达到一个稳定值。如图 3 中的 Oa 段曲线。

(2) 稳定磨损阶段。这是个稳定而缓慢的磨损速度, 进入了零件正常工作阶段。如图 3 中的 ab 段曲线。

(3) 剧烈磨损阶段。此时磨损急剧加速, 导致零件很快地失效。如图 3 中的 bc 段曲线。

若要使磨损减轻, 延长摩擦副的寿命, 必须进行润滑, 就是在摩擦副间加入润滑剂以降低摩擦, 减轻磨损。减小摩擦系数, 提高机械效率, 减轻磨损, 延长机械的使用寿命。润滑还可以起到冷却、防尘及吸振等作用。



I—跑合磨损阶段 II—稳定磨损阶段 III—剧烈磨损阶段

图3 零件的磨损过程

三、本课程的内容、性质和任务

本课程的研究对象为机械中的常用机构和零件。对在一般工作条件下和常用参数范围内的通用零、部件研究其工作原理、结构特点、运动和动力性能、基本设计理论、计算方法以及一些零、部件的选用和维护。本课程是一门重要的专业（技术）基础课，利用先修课程的基本理论和生产实践，解决常用机械及零部件的分析和设计问题，为专业课的学习打下良好的基础。

本课程的任务是：

- (1) 使学生了解常用机械和通用零、部件的工作原理、类型、特点及应用等的基本知识。
- (2) 使学生掌握常用机械基本原理和设计方法。
- (3) 使学生具备机械设计实验技能和设计简单机械及传动装置的基本技能。

本课程是理论性和实践性都很强的专业基础课，是机械类及近似机械类各专业的主要课程（机械机械图；公差配合与技术测量；理论力学；材料力学等）之一。本课程有承上启下的作用，也是机械工程技术人员及机械工程管理人员所必修的课程。

四、本课程的学习方法

本课程是向实践性较强的专业课过渡的一个重要转折点，学生学习时在学习方法上必须有所转变。

- (1) 本课程将许多门先修课程的基本理论应用到实践中，解决有关实际问题。先修课的学习情况将对本课程学习产生影响。

(2) 学生初接触本课时, 感觉与以前的基础课及有的技术基础课不同, 有的章节之间相互关系不大, 不连贯。但最终的目的是一个, 就是能设计出实用的机械、零件等。

(3) 实践发生的问题是复杂的, 很难用纯理论来解决, 常采用经验公式、实验参数以及简化计算等。使人感觉理论不系统, 似乎想用什么就用什么, 但事实上是有实践依据的, 实际应用比较强, 这一点必须在学习中逐步适应。

(4) 计算步骤和结果不像基础课的唯一性。

(5) 对于我们来说, 计算法解决设计问题不是特别重要的(一般可用类比法)。理论计算与把结构设计、工艺等结合起来解决设计问题。设计的机械要合理、经济、耐用。

(6) 学习时一定要认真听讲, 认真思索、提出问题, 最后通过基本理论和实践来解决。

复 习 题

1. 机器的组成包括哪 3 个部分?
2. 什么是构件、机构、摩擦及磨损?
3. 根据表面的润滑状态摩擦可分为几种?
4. 机械的正常磨损分为哪 3 个阶段?

第一章 平面机构结构分析

第一节 机构的组成

一、运动副

使两个构件直接接触并能产生一定相对运动的连接，称为运动副。机构是具有确定运动的构件组合体，如将构件任意地拼凑是不可能成为机构的，因为任意拼凑的构件组合体不一定能运动，即使可以运动也不一定具有确定的运动。我们把每一个运动单元体称为构件。可见，构件和运动副是组成机构的两要素，机构就是用运动副连接起来的构件系统。按照构成运动副的两构件接触情况的不同，可将运动副分为低副和高副两类。

1. 低副

两构件通过面接触而构成的运动副称为低副。根据构成低副的两构件间的相对运动不同，低副又可以分为回转副（转动副）和移动副两种。

如果构成低副的两构件只能作相对转动，该运动副称为回转副（或铰链），如图1-1a所示。若组成回转副的两构件之一是固定的，则该回转副又称为固定铰链，如图1-1c所示，否则称为活动铰链，如图1-1b所示。图中的小圆圈表示回转副，其圆心即为回转副的回转中心。对于固定的构件，在其上画上一组短线以区别于活动构件。

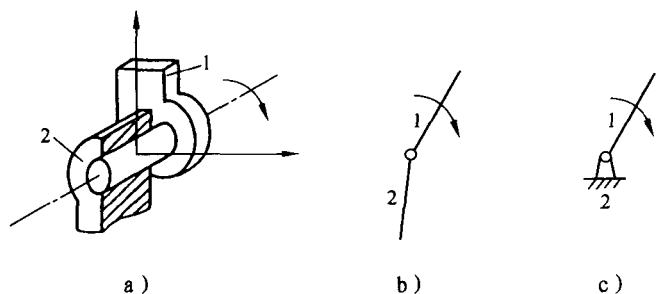


图 1-1 转动副

如果构成低副的两构件只能作相对移动，则该运动副称为移动副。如图1-2a所示，而图1-2b、1-2c、1-2d分别表示移动副的几种代表符号。